

PENGARUH SAMPAH PLASTIK DAN ABU SEKAM PADI TERHADAP KUAT GESER TANAH LEMPUNG LUNAK

Hendrik Jimmyanto

Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sriwijaya
Jl. Sriwijaya Negara Kampus Palembang
E-mail : tienfukhendrik@yahoo.co.id

ABSTRAK

Jumlah sampah plastik setiap tahun terus meningkat seiring meningkatnya jumlah penduduk dan kemajuan teknologi. Sampah plastik jenis LDPE dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk memperbaiki sifat tanah yaitu terutama parameter kuat geser dari tanah lempung lunak. Tujuan dari penelitian ini yaitu menganalisis pengaruh penambahan kantong plastik dan abu sekam padi terhadap perubahan parameter kuat geser tanah dan membandingkannya dengan nilai parameter tanah asli. Penelitian dilakukan di laboratorium dan pengujian kuat geser tanah dengan alat triaksial dengan kondisi UU. Tanah lempung lunak ini akan dicampur dengan bahan tambahan (*addmixture*) untuk meningkatkan nilai parameter kuat geser. Bahan tambahan yang digunakan yaitu dengan variasi 0,5%, 1%, 1,5% dan 2% cacahan kantong plastik gula dengan ukuran $2 \times 0,5 \text{ cm}^2$ dan 0%, 1%, 2% dan 3% abu sekam padi dengan jumlah benda uji sebanyak 48 buah. Hasil pengujian didapatkan bahwa untuk kadar 1% kantong plastik dan 1% abu sekam padi memiliki nilai kohesi maksimum sebesar $0,582 \text{ kg/cm}^2$ dan kuat geser tanah maksimum sebesar $0,596 \text{ kg/cm}^2$, sedangkan untuk sudut geser tanah maksimum diperoleh sebesar $10,507^\circ$ pada variasi 2% kantong plastik dan 2% abu sekam padi. Dapat disimpulkan bahwa penggunaan kantong plastik dan abu sekam padi dapat berpotensi untuk menaikkan nilai parameter kuat geser tanah.

Kata kunci: Uji Triaksial UU, Kantong Plastik, Abu Sekam Padi, Kohesi, Sudut Geser, Kuat Geser

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kota Palembang merupakan salah satu kota yang memperoleh penghargaan Adipura namun kota ini masih memiliki masalah pengolahan persampahan dari tahun ke tahun. Pengolahan sampah yang dapat dilakukan yaitu dengan cara pemadatan dan pengolahan menjadi bentuk cacahan dan serbuk yang mungkin dapat mengurangi tumpukan sampah yang terjadi pada suatu daerah. Bentuk cacahan dan serbuk sampah itu dapat digunakan sebagai bahan tambahan untuk memperbaiki sifat tanah yaitu terutama pada sifat kuat geser tanah yang sangat penting dalam perencanaan suatu pondasi bangunan. Tanah yang sering menjadi masalah yaitu tanah lunak karena sifat kuat geser tanah lunak ini yang tidak dapat menahan beban sangat besar meliputi beban di atasnya maupun beban tetap pada bangunan.

Tanah lunak ini dapat diperbaiki dengan metode perbaikan tanah secara fisik yaitu dengan penambahan *admixture* cacahan atau bentuk serbuk sampah plastik yang mungkin dapat memperbaiki sifat dari struktur tanah terutama dalam hal peningkatan parameter kuat geser tanah lunak. Penelitian menggunakan kantong plastik juga diteliti oleh Sazuatmo (2011) yang berjudul pengaruh material plastik terhadap kekuatan geser pada tanah lempung. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan bahan utama berupa kantong plastik bekas yang berasal dari limbah padat manusia dan akan digunakan sebagai bahan perkuatan tanah lempung. Pada penelitian ini didapatkan kesimpulan penambahan kantong plastik dengan berbagai variasi ukuran dan kadar serat mampu menaikkan nilai

kohesi tanah, ukuran serat yang paling besar didapat yaitu $2 \times 0,5 \text{ cm}^2$ dengan kadar serat 2%. Untuk kadar serat 1 % dengan ukuran $2 \times 2 \text{ cm}^2$ memiliki nilai kuat geser yang paling maksimal dari kadar dan ukuran serat yang lain.

Menurut Anita Widiati, dkk (2008) melakukan penelitian uji triaksial UU pada tanah lanau yang dicampurkan dengan serat karung plastik, abu sekam padi, dan kapur diperoleh tanah yang distabilisasi dengan kapur abu sekam padi dan diperkuat dengan serat-serat karung plastik cenderung mengalami peningkatan nilai kohesi, sudut gesek dalam, tegangan runtuh (*peak stress*) dan regangan seiring dengan bertambahnya waktu perawatan. Nilai kohesi dan kuat geser yang maksimum didapat pada campuran dengan kadar 0.2% serat karung plastik

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh kantong plastik dan abu sekam padi yang dicampurkan pada tanah lempung lunak. Tujuan dari penelitian ini yaitu :

1. Menganalisis pengaruh penambahan *admixture* seperti sampah plastik dan abu sekam padi terhadap parameter tanah lempung lunak yang meliputi kohesi dan sudut geser dalam.
2. Membandingkan nilai kuat geser tanah sebelum dan sesudah dicampur dengan bahan *admixture* seperti sampah plastik dan abu sekam padi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Definisi Tanah

Tanah terdiri dari tiga komponen yaitu udara, air dan bahan padat. Udara dianggap tak mempunyai

pengaruh teknis sedangkan air sangat mempengaruhi sifat-sifat teknis tanah. Ruang di antarbutiran-butiran (ruanginidisebutporiatau voids) sebagianatauseluruhnyadapatterisioleh air atauudara. Dalam pengertian teknik secara umum, tanah didefinisikan sebagai material yang terdiri dari butiran mineral-mineral padat yang tidak tersementasi (terikat secara kimia) satu sama lain dan dari bahan-bahan yang telah melapuk (yang berpartikel padat) disertai dengan zat cair dan gas yang mengisi ruang-ruang kosong di antara partikel-partikel padat tersebut.

2.2. SistemKlasifikasi Tanah

Sistem Klasifikasi Tanah adalah suatu sistem penggolongan yang sistematis dari jenis-jenis tanah yang mempunyai sifat-sifat yang sama ke dalam kelompok-kelompok dan sub kelompok berdasarkan pemakaiannya. Sistem klasifikasi tanah yang dipakai yaitu sistem klasifikasi tanah menurut USCS dan menurut AASHTO.

2.3. Tanah Lempung

Tanah lempung merupakan agregat partikel-partikel berukuran mikroskopik dan submikroskopik yang berasal dari pembusukan kimiawi unsur-unsur penyusun batuan, dan bersifat plastis dalam selang kadar air sedang sampai luas. Mineral lempung merupakan pelapukan akibat reaksi kimia yang menghasilkan susunan kelompok partikel berukuran koloid dengan diameter butiran lebih kecil dari 0,002 mm. Sifat yang khas dari tanah lempung adalah dalam keadaan kering akan bersifat keras, dan jika basah akan bersifat lunak plastis, dan kohesif, mengembang dan menyusut dengan cepat, sehingga mempunyai perubahan volume yang besar dan itu terjadi karena pengaruh air.

2.4. Jenis-JenisSampahPlastik

Menurut Hartono (1998) empatjenislimbahplastik yang populerdanlaku di pasaranyaitupolietilena (PE), High Density Polyethylene (HDPE), polipropilena (PP), danaso. Berikut merupakan jenis plastik yang sering dipakai :

- Polyethylene Terephthalate* (PET, PETE) PET transparan, jernih, dan kuat. Biasanya dipergunakan sebagai botol minuman (air mineral, jus, soft drink, minuman olah raga) tetapi tidak untuk air hangat atau panas.
- High Density Polyethylene* (HDPE). HDPE dapat digunakan untuk membuat berbagai macam tipe botol. Hasil daur ulangnya dapat digunakan sebagai kemasan produk non-pangan seperti shampoo, kondisioner, pipa, ember, dll.
- Polyvinyl Chloride* (PVC) memiliki karakter fisik yang stabil dan tahan terhadap bahan kimia, pengaruh cuaca, aliran, dan sifat elektrik. Bahan ini paling sulit untuk didaur ulang dan biasa digunakan untuk pipa dan kontruksi bangunan.

- Low Density Polyethylene* (LDPE) biasa disebut kantong gula pasir banyak dipakai untuk tutup plastik, kantong/tas kresek dan plastik tipis lainnya. Sifat mekanis jenis LDPE ini adalah kuat, tembus pandang biasa dipakai untuk tempat makanan dan botol-botol yang lembek (madu, mustard).
- Polystyrene* (PS) biasa dipakai sebagai bahan tempat makan *styrofoam*, tempat minum yang sekali pakai, tempat kaset CD, karton tempat telur, dll.
- PP (Polypropylene) yaitu jenis plastik memiliki logo daur ulang dengan angka 5 di tengahnya, serta tulisan PP di bawah segitiga. Karakteristik adalah biasa botol transparan yang tidak jernih atau berawan.
- Other Plastik* yang menggunakan kode ini terbuat dari resin yang tidak termasuk enam golongan yang lainnya, atau terbuat dari lebih dari satu jenis resin dan digunakan dalam kombinasi multi-layer.

2.5. KriteriaKeruntuhan Mohr-Coulomb

Keruntuhan (*failure*) yaitusuatu proses dimanasuatabahanberubahdarisatuperilakumenjadiko ndisiperilaku yang lain. Kriteria keruntuhan merupakan hubungan tegangan dan regangan yang memberisifat terjadinyakeruntuhanbatuandanditentukan berdasarkan hasil-hasil percobaan. Coulomb. Mohr (1910) menyajikansebuah teoritentangkeruntuhanpada material yang dinyatakanbahwakeruntuhanterjadipadasuatu material akibatkombinasikritisantarategangan normal dan geser, dan bukan hanya akibat tegangan normal maksimum atau tegangan geser maksimum saja.

Kekuatan geser tanah di suatu titik pada suatu bidang tertentu yang dikemukakan oleh Coulomb sebagai suatu fungsi linear terhadap tegangan normal pada bidang tersebut pada titik yang sama c dan ψ adalah parameter kekuatan geser tanah, sebagai berikut:

$$\tau = c + \sigma \tan \psi \dots \dots \dots (\text{Pers.1})$$

Keterangan :

c = kohesi tanah

ψ = sudut geser tanah

2.6. Kandungan Abu Sekam Padi

Sekam padi yang sering dikatakan sebagai limbah pengolahan padi ini sering diartikan sebagai bahan buangan/bahan sisa dari proses pengolahan hasil pertanian. Proses penghancuran limbah ini pun secara alami berlangsung lambat, sehingga limbah tidak saja mengganggu lingkungan sekitarnya tetapi juga mengganggu kesehatan manusia. Menurut Thomas dan Jones (1970) dalam jurnal Idharmahadi Adha (2011), bahwa pada lapisan terluar dari sekam padi terkonsentrasi silika yang tinggi dengan tingkat porositas yang tinggi, ringan dan permukaan eksternal yang luas sehingga sangat

bermanfaat sebagai adsorben dan isolator. Nilai paling umum kandungan silika (SiO_2) dalam abu sekam padi adalah 94 – 96 %. Abu sekam padi ini sangat kaya akan silika (Si) yang dalam oksidanya dikenal dengan *silica dioxide*. Sebenarnya pemanfaatan dan penggunaan silika dalam dunia konstruksi khususnya teknologi beton sudah mulai dipakai sebagai bahan tambahan. Maka dari itu silika yang dari abu sekam padi ini tidak kalah dengan silika fume yang harganya cukup tinggi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Pekerjaan Persiapan

1. Sampel tanah lempung lunak berasal dari wilayah kampus Universitas Sriwijaya di Indralaya, Sumatera Selatan.
2. Kantong plastik yang digunakan jenis LDPE yaitu kantong plastik gula pasir yang telah dipotong dengan ukuran $2 \times 0,5 \text{ cm}^2$.
3. Abu sekam padi yang akan digunakan terlebih dahulu dijemur dan dikeringkan, kemudian dipakai yang lolos saringan no.40.

3.2. Pengujian Di Laboratorium

Pada pengujian ini pertama kali akan diuji indeks propertis tanah yaitu meliputi batas-batas atterberg, kadar air, berat jenis, analisa saringan, hidrometer. Kemudian dilanjutkan dengan pengujian pemadatan tanah standar untuk mencari kadar air optimum dan juga dilakukan pengujian triaksial kondisi UU untuk tanah asli yang tak terganggu. Semua pengujian di laboratorium mengacu pada standar ASTM yang dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel.1. Standar Pengujian Untuk Penelitian

No.	Pengujian	Standar
1	Kadar air	ASTM D-2216-90
2	Berat Jenis	ASTM D-854
3	Batas-batas Atterberg	ASTM D 423-66 dan ASTM D 424-74
4	Analisa Saringan dan Hidrometer	ASTM D 421 dan ASTM D 422
5	Pengujian Pemadatan Standar	AASHTO T-180
6	Triaxial UU	ASTM D 2850-70

(Sumber : Penulis)

3.3. Pembuatan Benda Uji

Sampel tanah yang sudah tercampur dengan variasi yang telah ditentukan maka akan dicetak dan dibuat benda uji triaxial. Benda uji yang akan digunakan yaitu berjumlah 48 buah dengan menggunakan cetakan triaxial yang akan dimasukkan ke dalam mold pemadatan standar.

3.4. Pengujian Triaxial UU (Unconsolidated Undrained)

Untuk pengujian ini jumlah sampel setiap variasi campuran adalah 3 buah sampel dengan pemberian tekanan sel masing-masing 1 kg/cm^2 , 1,5 kg/cm^2 , dan 2 kg/cm^2 .

Kecepatan pembebanan aksial yang diberikan sebesar 1,25 mm/menit. Pengujian dihentikan jika terjadi runtuh pada sampel dan ngkaregang dan beban pada dial menunjukkan angka yang sama (tetap).

Tabel.2. Variasi Persentase Campuran dan Jumlah Benda Uji

Kode Sampel	Kadar Campuran			Banyak Sampel
	% Tanah	% kantong plastik	% abu sekam padi	
0,5KP0ASP	99,5	0,5	0	3
1KP0ASP	99	1	0	3
1,5KP0ASP	98,5	1,5	0	3
2KP0ASP	98	2	0	3
0,5KP1ASP	98,5	0,5	1	3
1KP1ASP	98	1	1	3
1,5KP1ASP	97,5	1,5	1	3
2KP1ASP	97	2	1	3
0,5KP2ASP	97,5	0,5	2	3
1KP2ASP	97	1	2	3
1,5KP2ASP	96,5	1,5	2	3
2KP2ASP	96	2	2	3
0,5KP3ASP	96,5	0,5	3	3
1KP3ASP	96	1	3	3
1,5KP3ASP	95,5	1,5	3	3
2KP3ASP	95	2	3	3
Jumlah Sampel				48

(Sumber : Penulis)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Pengujian Indeks Propertis Tanah

Berdasarkan hasil pengujian ini maka didapatkan hasil sifat fisik dari sampel tanah yang diambil sebagai berikut :

Tabel.3. Hasil Pengujian Indeks Propertis Tanah

JenisPengujianTanah	Hasil
Kadar Air Asli	33,75 %
BeratJenis (Gs)	2.53
Tanah Lolos Saringan No.200 (<0,075mm)	61,02 %
Batas Cair (LL)	48 %
Batas Plastis (PL)	21,2 %
IndeksPlastis (IP)	26,8 %
Klasifikasi Tanah Menurut AASHTO	A-7-6
Klasifikasi Tanah Menurut USCS	Lempunganorganik (CL)

(Sumber : Penulis)

4.2. HasilPengujianPemadatanStandar

Pengujianini diperoleh kadar air optimum sebesar 20,15% dan berat kering maksimum yaitu 1,62 gram/cm³.

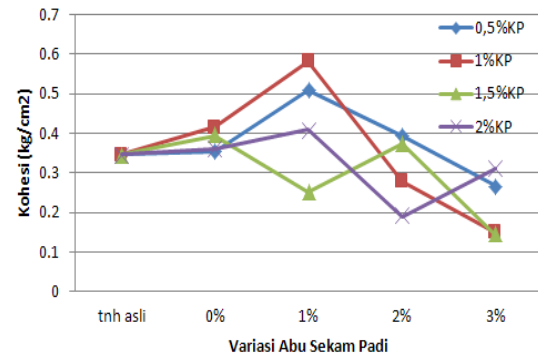
4.3. HasilPengujianTriaksialKondisi UU

Padatanahaslinilai kohesi dan sudut geser tanah diperoleh sebesar 0,346 kg/cm² dan 5,25 derajat. Untuk hasil pengujian tanah campuran dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel.4. HasilPengujianTriaksial UU

No .	VariasiCampuran	Kohesi (kg/cm ²)	Sudut Geser (derajat)	Kuat Geser (kg/cm ²)
1	Tanah Asli	0.346	5.25	0.355
2	0,5KP0ASP	0.353	6.31	0.364
3	1KP0ASP	0.415	8.055	0.429
4	1,5KP0ASP	0.394	5.469	0.404
5	2KP 0ASP	0.361	2.919	0.367
6	0,5 KP1ASP	0.509	6.385	0.52
7	1 KP1ASP	0.582	7.623	0.596
8	1,5 KP1ASP	0.251	7.37	0.264
9	2KP1ASP	0.408	5.468	0.418
10	0,5 KP2ASP	0.393	5.462	0.402
11	1KP2ASP	0.278	8.156	0.292
12	1,5KP2ASP	0.373	6.768	0.385
13	2KP2ASP	0.191	10.507	0.208
14	0,5 KP3ASP	0.266	5.775	0.277
15	1KP3ASP	0.148	7.981	0.162
16	1,5KP3ASP	0.144	6.304	0.155
17	2 KP3ASP	0.311	4.361	0.319

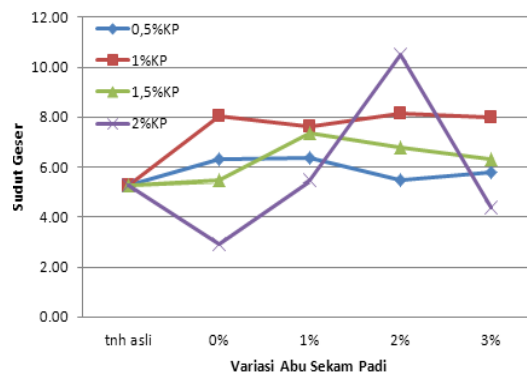
(Sumber : Penulis)



(Sumber : Penulis)

Gambar.1. Grafik Nilai Kohesi Tanah

Berdasarkan gambar 1. saat 0,5% dan 1% kantong plastik dengan penambahan abu sekam padi cenderung meningkatkan nilai kohesi tanah, namun saat 1,5% dan 2% kantong plastik, nilai kohesi tanah cenderung mengalami penurunan. Untuk 0,5%, 1% dan 2% kantong plastik, nilai kohesi tanah terbesar terletak pada saat penambahan 1% abu sekam padi, lalu untuk 1,5% kantong plastik, nilai kohesi terbesar pada saat penambahan 2% abu sekam padi. Pada grafik di atas nilai kohesi terbesar diperoleh saat 1% kantong plastik dengan penambahan 1% abu sekam padi dan nilai kohesi terkecil diperoleh 1,5% kantong plastik dan 3% abu sekam padi.

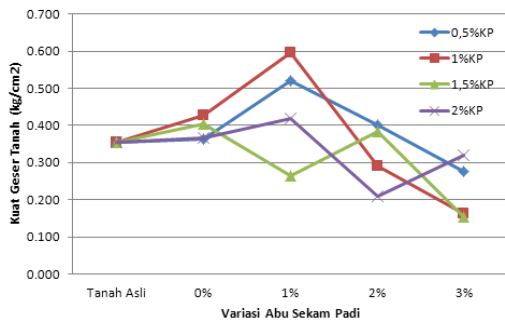


(Sumber : Penulis)

Gambar 2. Grafik Nilai Sudut Geser Tanah

Untuk hasil nilai sudut geser berdasarkan gambar grafik di atas, kadar kantong plastik didapatkan saat 0,5%,1%,dan 1,5% kantong plastik untuk tiap penambahan abu sekam padi mengalami peningkatan nilai sudut geser tanah terhadap nilai sudut geser tanah asli. Untuk 1% kantong plastik merupakan kadar yang cenderung memiliki nilai sudut geser yang terbesar dari variasi lain.

Untuk 0,5% dan 1,5% kantong plastik, nilai sudut geser terbesar terletak pada kadar 1% abu sekam padi dan untuk 1% dan 2% kantong plastik, nilai sudut geser terbesar saat penambahan 2% abu sekam padi. Nilai sudut geser terbesar berada pada 2% kantong plastik dan 2% abu sekam padi yaitu sebesar 10,51 derajat.



(Sumber : Penulis)

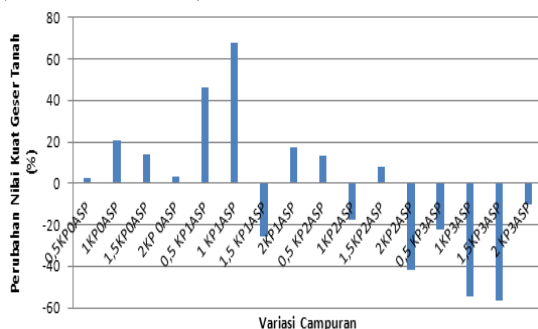
Gambar 3. Grafik Nilai Kuat Geser Tanah

Pada grafik gambar 3., untuk 0,5% kantong plastik cenderung meningkatkan nilai kuat geser tanah dari pada kadar kantong plastik yang lain. Pada saat penambahan 0% dan 1% abu sekam padi memiliki nilai kuat geser terbesar saat 1% kantong plastik, namun saat penambahan 2% dan 3% abu sekam padi nilai kuat geser tanah menurun. Nilai kuat geser terbesar saat 1% kantong plastik dan 1% abu sekam padi yaitu sebesar 0,596 kg/cm².

Tabel.5. NilaiPerubahanHasilTerhadap Tanah Asli.

VariasiCampuran	PerubahanNilai (%)		
	Kohesi	SudutGeser	KuatGeser
0,5KP0ASP	1.98	20.19	2.41
1KP0ASP	19.93	53.42	20.62
1,5KP0ASP	13.93	4.18	13.66
2KP 0ASP	4.36	-44.4	3.12
0,5 KP1ASP	47.1	21.62	46.35
1 KP1ASP	68.35	45.2	67.57
1,5 KP1ASP	-27.45	40.38	-25.78
2KP1ASP	17.95	4.15	17.57
0,5 KP2ASP	13.48	4.04	13.22
1KP2ASP	-19.71	55.36	-17.92
1,5KP2ASP	7.8	28.91	8.27
2KP2ASP	-44.94	100.13	-41.56
0,5 KP3ASP	-23	10.01	-22.14
1KP3ASP	-57.22	52.01	-54.5
1,5KP3ASP	-58.48	20.08	-56.45
2 KP3ASP	-10.11	-16.93	-10.26

(Sumber : Penulis)



(Sumber : Penulis)

Gambar 4. Grafik Perubahan Nilai Kuat Geser Tanah

Berdasarkan grafik perubahan nilai kuat geser (gambar 4) menunjukkan bahwa untuk penambahan kantong plastik dan abu sekam padi cenderung membuat nilai kuat geser tanah naik dan turun.

Pada saat kadar 0%, 1%, 2% abu sekam padi seiring dengan penambahan kantong plastik cenderung meningkatkan nilai kuat geser tanah. Nilai kuat geser tanah yang terbesar meningkat sebesar 67,57% yaitu pada 1% kantong plastik dan 1% abu sekam padi karena kantong plastik merupakan serat yang membantu partikel tanah untuk menahan beban dan dapat menambah gaya lekatan antar butiran tanah. Namun saat terjadi penambahan 3% abu sekam padi terjadi penurunan nilai kuat geser tanah walaupun masih diiringi dengan penambahan kantong plastik. Abu sekam padi yang terlalu banyak akan menyebabkan kelebihan partikel-partikel silika yang ada di dalam tanah sehingga akan mengganggu proses pengikatan antar komposisi yang berada dalam struktur tanah itu sendiri.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan dalam penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Setiap penambahan kantong plastik dan abu sekam padi cenderung dapat meningkatkan parameter kuat geser tanah pada tanah lempung lunak.
2. Nilai kohesi terbesar yaitu pada variasi 1 % kantong plastik dan 1% abu sekam padi sebesar 0,582 kg/cm² dan nilai sudut geser maksimum yaitu pada 2 % kantong plastik dan 2% abu sekam padi sebesar 10,507⁰.
3. Pada campuran 1% kantong plastik dan 1% abu sekam padi mampu meningkatkan nilai kuat geser tanah sebesar 67,57% dari nilai tanah asli.

5.2. Saran

Adapun saran yang akan diberikan agar penelitian ini dapat dilanjutkan dengan sempurna.

1. Perlu dilakukan penelitian untuk berbagai macam-macam ukuran dari kantong plastik dengan dibantu dengan bahan tambahan seperti abu sekam padi.
2. Perlu digunakan untuk tanah lempung jenis lain yaitu tanah lempung lunak ekspansif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abas Mohamad, Endang Haris, Zenal Aripin.2010. Pendidikan Lingkungan Hidup, Erlangga, Jakarta.
- Craig.R.F.1994.Mekanika Tanah, Erlangga, Jakarta.
- Damanhuri, E.2010.Pengelolaan Sampah. Program Studi T. Lingkungan FTSL ITB, Bandung.

- Das, Braja M.1990. *Principles of Geotechnical Engineering*.PWS Engineering, Boston.
- Hartono ACK. 1998. Daur Ulang Limbah Plastik dalam Pancaroba: Diplomasi Ekonomi dan Pendidikan. Dana Mitra Lingkungan. Jakarta
- H.Sjarief Djajanegara.2004. Kajian Pengelolaan Sampah di Jawa Barat, Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah Provinsi Jawa Barat, Bandung.
- Adha,Idharmahadi.2011.Pemanfaatan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Metoda Stabilisasi Tanah Semen. Jurnal Rekayasa Universitas Lampung, Vol.15 No.1:33:40
- Dedi, A..1999. Pengaruh Penambahan Pasir dan Semen pada Tanah Lempung Ditinjau dari Konsolidasi. – Skripsi. Bandar Lampung: Universitas Lampung.
- Hartono, Edi dkk. 2007. Kekuatan Geser Campuran Tanah-Kapur-Abu Sekam Padi Dengan Inklusi Kadar Serat Karung Plastik Yang Bervariasi Jurnal Semesta Teknika, Vol. 10 No. 1:1-13.
- Sazuatmo. 2011.Pengaruh Material Plastik Terhadap Kekuatan Geser Pada Tanah Lempung. Jurnal Teknik Sipil UBI, Vol. 2 No. 1:110-115.
- Widianti, Anita dkk.2008. Uji Triaksial *Unconsolidated-Undrained* pada Campuran Tanah Lanau - Kapur – Abu Sekam Padi dan Serat Karung Plastik. JurnalSemestaTeknika, Vol. 11 No. 2:171-180.
- Anonim.1994.Tata Cara Pemilihan Lokasi Tempat Pembuangan Akhir Sampah (SNI 19-3241-1994). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Anonim, 2002, Tata Cara Teknik Operasional Pengelolaan Sampah Perkotaan (SNI 19-2454-2002). Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.